

Prošireni sažetak rada objavljenog kao Survey br. 41 u veljači 2021.  
u izdanju Hrvatske narodne banke

## Predstavljamo makroekonometrijski model za Hrvatsku (PACMAN)

Ozana Nadoveza Jelić i Rafael Ravnik

*PACMAN je najnovija verzija polustrukturnog makromodela Hrvatske koji služi kao jedan od alata HNB-a pri: a) prognoziranju, b) analizi scenarija uključujući testiranja otpornosti kreditnih institucija na stres (engl. stress test) i c) simulacijama učinaka ekonomskih politika. Osnovne jednadžbe modela utemeljene su na ekonomskoj teoriji, ali su modificirane kako bi bolje odgovarale stvarnim podacima. Zbog svoje teoretske dosljednosti i brojnih transmisijskih kanala PACMAN omogućuje narativno objašnjenje uzroka i posljedica brojnih gospodarskih kretanja.*



**dr. sc. Ozana Nadoveza Jelić**  
savjetnica, Direkcija za modeliranje  
docentica, Ekonomski fakultet



**Rafael Ravnik**  
ekonomski analitičar

Rad opisuje najnoviju verziju polustrukturnog makromodela Hrvatske – modela PACMAN (*Policy Analysis Croatian MACroecoNometric*). PACMAN je srednje veliki visokoagregirani makroekonometrijski model koji na sustavan način objašnjava veze između ključnih makroekonomskih varijabla. Iako visoko agregiran, model je dovoljno detaljan za opis ključnih karakteristika i stiliziranih činjenica hrvatskoga gospodarstva.

Struktura modela usklađena je s pristupom mnogih središnjih banaka u Europskoj uniji (vidi primjerice Fenz i Spitzer (2005.) za Austriju, Baghli i sur. (2004.) za Francusku, Budnik i sur. (2009.) za Poljsku, Angelini i sur. (2019.) za europodručje itd.) i središnjih banaka diljem svijeta (vidi primjerice Minella i Souza-Sobrinho (2013.)) za Brazil, Daniélsson i sur. (2009.) za Island, Charry i sur. (2014.) za Ruandu ili Burns i sur. (2019.) za više globalnih gospodarstava). Pritom je model dizajniran tako da služi kao jedan od alata HNB-a pri: a) prognoziranju, b) analizi različitih scenarija i c) simulacijama učinaka različitih ekonomskih politika. PACMAN se primjenjuje i u analizi različitih scenarija pri provođenju testiranja otpornosti kreditnih institucija na stres (engl. *stress test*).

Osnovne jednadžbe modela utemeljene su na ekonomskoj teoriji, ali su modificirane kako bi bolje odgovarale stvarnim podacima, pa je model manje teoretski rigorozan od nekih čistih tipova modela, kao što su na primjer dinamički stohastički modeli opće ravnoteže (engl. *Dynamic Stochastic General Equilibrium*, DSGE). Također, u PACMAN-u su očekivanja adaptivna (engl. *backward-looking*), a DSGE tipovi modela najčešće se temelje na pretpostavci racionalnih očekivanja. Ipak, zbog svoje teoretske dosljednosti i brojnih transmisijskih kanala, PACMAN omogućuje narativno objašnjenje uzroka i posljedica brojnih gospodarskih kretanja.

Iako je PACMAN srednje veliki makroekonometrijski model, prevelik je za simultanu procjenu, pa su modelske jednadžbe procijenjene pojedinačno. U modeliranju većine temeljnih varijabla dugoročni i kratkoročni odnosi procijenjeni su s pomoću Engle-Grangerova pristupa kointegracijskoj analizi u dva koraka (engl. *Engle and Granger two-step procedure for cointegration analysis*). Većina parametara u modelu je procijenjena, dok se postupak kalibracije primijenio za manji broj strukturnih parametara koje nije moguće prikladno procijeniti unutar modela. Pritom se kalibracija oslanja ili na relevantnu ekonomsku teoriju ili se temelji na mikroekonometrijskim procjenama. Model koji je predstavljen u radu zasniva se na hrvatskim podacima od prvog tromjesečja 2000. godine do četvrtog tromjesečja 2019. godine. S obzirom na pojedinačni pristup procjenama modelskih jednadžbi, u slučaju nedostajućih podataka, neke su relacije procijenjene na kraćem uzorku.

Općenito, model se može ugrubo podijeliti na tri bloka: blok ponude, blok potražnje i financijski blok.

**Strana potražnje** usklađena je s pretpostavkama maloga otvorenog gospodarstva kao što je hrvatsko. Ovaj blok uključuje modeliranje komponenata BDP-a poput potrošnje kućanstava, investicija kućanstava, poduzeća i države, državne potrošnje, izvoza i uvoza. Kućanstva su modelirana tako da svoj raspoloživi dohodak mogu iskoristiti za potrošnju, kupnju nekretnina ili deponiranje sredstva na bankovne račune (ili podići kredite kada raspoloživi dohodak nije dovoljan za podmirivanje potrošnje). Poduzeća su predstavljena funkcijom investicija, pri čemu odluke o investiranju donose na temelju kretanja realnih troškova financiranja kapitala i očekivanog rasta profita aproksimiranog rastom potencijalnog BDP-a. Utjecaj inozemnih kretanja na domaće gospodarstvo modeliran je jednadžbama uvoza i izvoza i njihovih deflatora. Strana potražnje također uključuje modeliranje skupa fiskalnih varijabla i interakcija fiskalnog i realnog sektora, što znači da fiskalna politika utječe na realne i nominalne varijable i može imati distorzijske učinke. Većina fiskalnih varijabla, odnosno komponenata fiskalnih prihoda i rashoda, modelirana je uz pomoć standardnih računovodstvenih identiteta i implicitnih poreznih stopa.

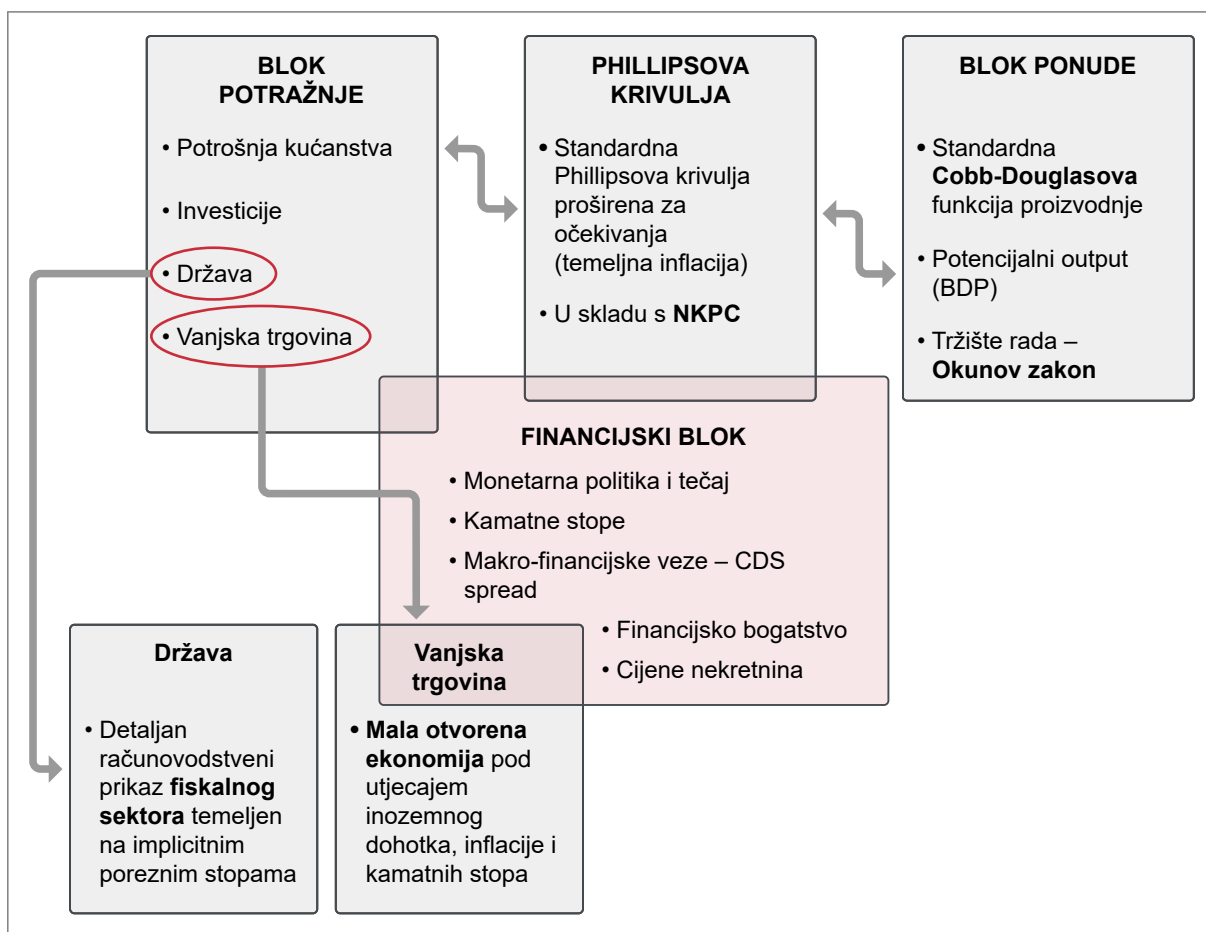
**Strana ponude** određena je prije svega neopazivim potencijalnim outputom, odnosno BDP-om. Potencijalni je BDP modeliran uz pretpostavku Cobb-Douglasove proizvodne funkcije s opadajućim graničnim prinosima na faktore proizvodnje, rad i kapital. Potražnja za radnom snagom zasnovana je na prilagođenoj relaciji Okunova zakona koji uzima u obzir stopu nezaposlenosti koja ne ubrzava inflaciju (NAIRU). Ovaj blok uključuje i modeliranje cijena i nadnica. Glavne su komponente harmoniziranog indeksa potrošačkih cijena procijenjene zasebno (hrana, energija i temeljne cijene). Jednadžbe kojima se modeliraju uključuju većinu transmitsijskih kanala kroz koje se cijene energije, hrane i ostale cijene u inozemstvu prelijevaju na domaće s aktivnim prijenosom tečajnih promjena na domaću inflaciju.

**Mehanizam uravnoteženja ponude i potražnje** odvija se putem temeljnih cijena, pri čemu je temeljna inflacija modelirana uz pomoć Phillipsove krivulje prilagođene za očekivanu inflaciju. Pritom pozitivan/negativan jaz BDP-a ubrzava/usporava inflaciju koja smanjuje/povećava agregatnu potražnju jer smanjuje/povećava realne dohotke kućanstava i realne profite i tako vraća BDP prema ravnotežnoj razini, odnosno prema potencijalnom BDP-u.

**Financijski blok** sastoji se od jednadžba kojima se modeliraju bogatstvo, kamatne stope, krediti, neprihodonosni krediti (NPL), premija za rizik, dionički indeksi i monetarna politika. Financijsko i nefinancijsko bogatstvo kućanstava modelira se uz pomoć računovodstvenih identiteta. Blok kamatnih stopa uključuje nekoliko kratkoročnih i dugoročnih kamatnih stopa. Modeliranje domaćih kamatnih stopa usklađeno je s jednadžbom nepokrivenoga kamatnog pariteta (UIP) koji uključuje premiju za rizik i očekivanu deprecijaciju tečaja. Konačno, monetarna je politika modelirana na nekonvencionalan način, tj. uzima se u obzir činjenica da se HNB pri ostvarivanju svojih ciljeva koristi sidrom nominalnog tečaja kune prema euru.

U radu su prikazane ilustrativne simulacije koje prikazuju dinamičke reakcije sustava na odabrane standardne ekonomske šokove kao što su: šok inozemne potražnje, šok povjerenja potrošača, šok poreza na dohodak i šok cijena nekretnina. Rezultati ilustrativnih simulacija u skladu su s ekonomskom intuicijom te pokazuju da model karakterizira nominalna neutralnost, ali i inercija koja osigurava kratkoročni *trade-off* između nominalnih (inflacija) i realnih (primjerice nezaposlenost i BDP) varijabla. U radu su iznesene i prognostičke performanse modela. Općenito, model daje razumne prognoze osnovnih makroekonomskih varijabla. U radu je opisano i kako se mogu poboljšavati inicijalne modelske prognoze upotrebom eksternih informacija i ekspertnih prosudba ako se model primjenjuje u procesu prognoziranja.

**Slika 1. Jednostavni shematski prikaz osnovnih varijabla i transmisijskih mehanizama u modelu PACMAN**



## Literatura

Angelini, E., Bokan, N., Christoffel, K., Ciccarelli, M., i Zimic, S. (2019.) Introducing ECB-BASE: The blueprint of the new ECB semi-structural model for the euro area. Working Paper Series 2315, European Central Bank.

Baghli, M., Brunhes-Lesage, V., De Bandt, O., Fraise, H., i Villetelle, J.-P. (2004.) MASCOTTE Model for AnalySing and foreCasting shOrT TERM developments. Banque de France Working papers 106, Banque de France.

Budnik, K. B., Greszta, M., Hulej, M., Krzesicki, O., Lewinska, R. L., Murawski, K., Rot, M., i Rybaczyk, B. (2009.) An update of the macroeconomic model of the Polish economy NECMOD. National Bank of Poland Working Paper 64, Narodowy Bank Polski, Economic Research Department.

Burns, A., Campagne, B. P. M., Jooste, C., Stephan, D. A., i Bui, T. T. (2019.) The World Bank Macro-Fiscal Model Technical Description. Policy Research Working Paper Series 8965, The World Bank.

Charry, L., Gupta, P., i Thakoor, V. V. (2014.) Introducing a Semi-Structural Macroeconomic Model for Rwanda. IMF Working Papers 14/159, International Monetary Fund.

Danielsson, Á., Einarsson, B. G., Guðmundsson, M. F., Haraldsdóttir, S. J., Pétursson, T. G., Sigmundardóttir, S., Sigurðarson, J., i Sveinsdóttir, R. (2009.) QMM. A Quarterly Macroeconomic Model of the Icelandic Economy. Technical Report WP41, Department of Economics, Central Bank of Iceland.

Fenz, G. i Spitzer, M. (2005.) AQM – The Austrian Quarterly Model of the Oesterreichische Nationalbank. Working Papers 104, Oesterreichische Nationalbank (Austrian Central Bank).

Minella, A. i Souza-Sobrinho, N. F. (2013.) Monetary policy channels in Brazil through the lens of a semi-structural model. *Economic Modelling*, 30(C):405–419.